

СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

И. А. ТЕР-АЗАРЬЕВ

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ КОНТАКТА РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ
НА УСИЛИЯ ПРИ РЕЗАНИИ КАМНЯ

Контакт режущих кромок инструмента при резании характеризуется тремя основными видами (рис. 1):

а) Контакт с обрабатываемым материалом осуществляется лишь главной режущей кромкой. Резание при таком контакте режущей кромки называется свободным.

б) Резание при контакте главной режущей кромки и одной из вспомогательных режущих кромок, называемое полусвободным.

в) Резание при контакте главной режущей кромки и двух вспомогательных кромок, называемое несвободным.

Тот или иной характер контакта режущих кромок является особенностью осуществляемого метода резания. К примеру, полусвободное резание осуществляется во всех случаях обработки торцевым фрезерованием, точением, строганием и т. д. Случаи несвободного резания характерны при работе дисковых пил, отрезных фрез и баров раздвигной конструкции, при отрезке на токарных и строгальных станках и т. п. Свободное резание, как самостоятельный случай, в практике камнеобработки не имеет места. Однако, при установке зубков дисковых пил или баров в несколько позиций может иметь место и свободное резание. Так например, при установке зубков в три позиции, первый и второй работают в условиях несвободного резания, а третий — в условиях свободного резания, что наглядно видно на рис. 2.

При другом расположении зубков можно получить сочетания других видов контакта — несвободного с полусвободным или всех видов контакта одновременно.

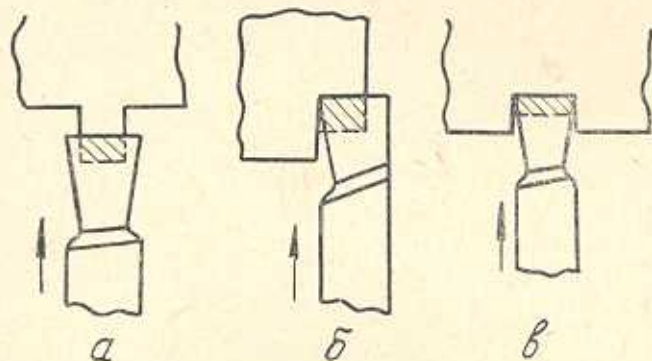


Рис. 1.

Исходя из приведенных выше соображений, а именно того, что тот или иной характер контакта режущего инструмента с обрабатываемым материалом связан с осуществляемым методом резания, сравнительная их оценка с точки зрения динамических показателей процесса представляет несомненный интерес.

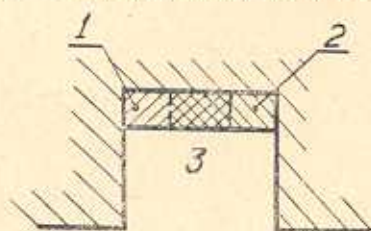


Рис. 2.

Полноценный сравнительный анализ является весьма сложной и трудоемкой задачей, учитывая, что в каждом отдельном случае динамические показатели являются функцией многих переменных: скорости резания, подачи, глубины резания, геометрии инструмента, физико-механических свойств обрабатываемого материала и т. д. При этом, для установления влияния одной лишь геометрии

необходимо исследование всех отдельных ее элементов, как-то: переднего угла, заднего угла, главного и вспомогательного углов в плане, формы очертания режущей кромки и т. д. В данной статье определяется влияние толщины и ширины среза, а также переднего угла на удельные усилия при резании фельзитового туфа.

Учитывая, что неоднородность обрабатываемого материала могла оказать существенное влияние на конечные результаты, для экспериментов был взят сравнительно однородный туф корпидинского месторождения с $\sigma_{сж} = 480 \text{ кг/см}^2$. Усилия резания фиксировались с помощью датчиков сопротивления с соответствующей записью на трехшлейфовом осциллографе.

В качестве регистрирующего шлейфа был использован высокочувствительный рамочный шлейф. Частотная характеристика шлейфа разрешала осуществлять резание с весьма малыми скоростями резания так, чтобы частота процесса не превышала 50—60 герц. Все опыты велись на станке, разрешающем обеспечить независимое изменение толщины среза с ценой деления соответствующего лимба 0,05 мм.

При осуществлении несвободного резания были соблюдены следующие условия, имеющие важное значение. Как известно, при осуществлении несвободного резания в целом хрупком материале, разрушению подвергается большой объем в предрезцовой зоне, напряжения в котором перешли предел прочности материала. При этом зона разрушения захватывает объем материала, расположенного вне траектории движения боковых кромок инструмента (рис. 3).

В поставленных опытах резание осуществлялось таким образом, чтобы боковое разрушение материала исключалось, а разрушение осуществлялось лишь в пределах непосредственного действия контактной площадки передней грани резца вдоль пути его перемещения. Для этого, резец при малых толщинах среза углублялся в материал до тех пор, пока при требуемой для опытов толщине и ширине среза не соблюдались необходимые условия.

Применяемые в опытах резцы были армированы твердым сплавом марки ВК8. Изменение ширины среза обеспечивалось сменными резчиками различной ширины. Геометрия резцов в основных опытах была принята следующей: $\alpha = 10 - 12^\circ$, $\gamma = 0$, $\lambda = 0$, $\varphi = 0$, $\varphi_1 = 4^\circ$.

Опыты проводились при остром состоянии режущих кромок инструмента. Тарировка осуществлялась статическая с помощью грузов, подвешиваемых на соответствующем плече с точечной опорой.

На рис. 4 в логарифмической сетке приведено влияние толщины среза на удельные усилия в зависимости от ширины среза при свободном резании.

Из приведенных данных видно, что с увеличением толщины среза удельные усилия уменьшаются. Зависимость между удельными усилиями и толщиной среза может быть в общем виде представлена в виде уравнения гиперболы:

$$p = \frac{C_1}{a^{2,1}} = \frac{0,74}{a^{0,62}} \text{ кг/мм}^2$$

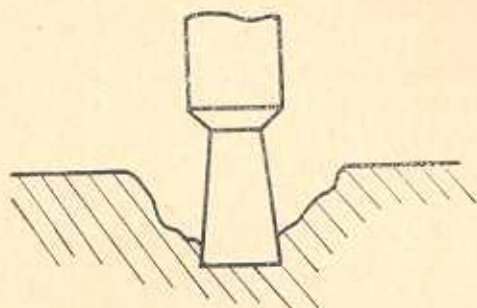


Рис. 3.

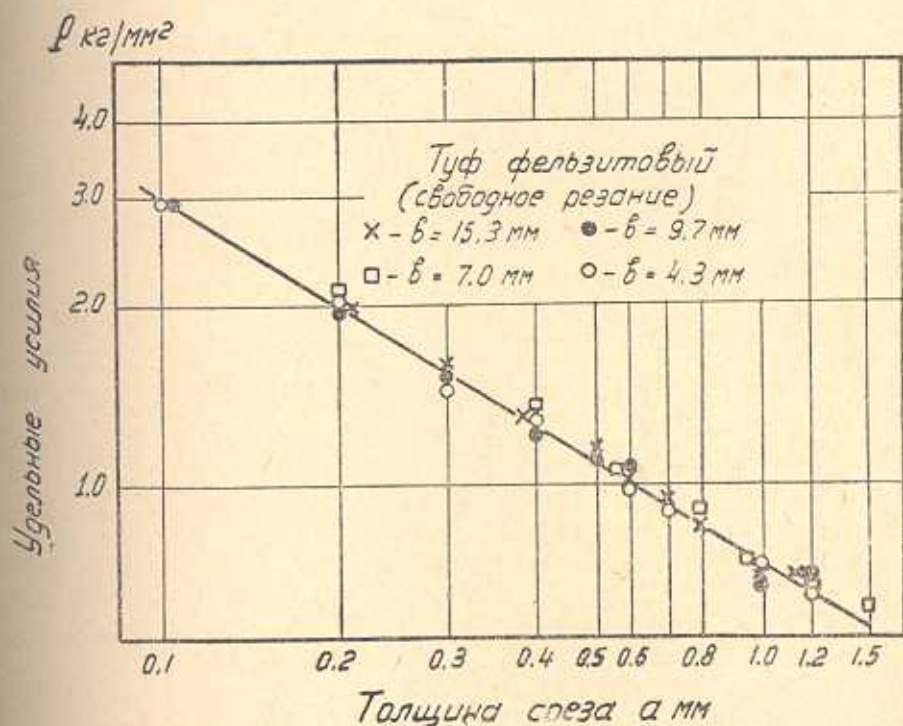


Рис. 4.

Ширина среза, в исследованных пределах, не оказывает влияния на величину удельного усилия резания. Характерным моментом, имеющим место при свободном резании является то обстоятельство, отмеченное еще раньше К. Мнджояном [1], что при определенных соотношениях толщины среза к ширине ее, нарушается правильность откола. Линия скола элемента заходит за обработанную поверхность, оставляя на ней рванины, т. е. вместо резания фактически имеет место как бы отрыв материала, что приводит к резкому понижению среднего значения удельного усилия резания.

К сожалению, установление этой критической зоны—задача довольно сложная вследствие неоднородности обрабатываемого материала.

При полусвободном резании (рис. 1б), общий характер влияния толщины среза на удельные усилия остается таким же, как и при свободном резании и зависимость выражается уравнением того же вида:

$$p = \frac{C_1}{a^{x_1}} = \frac{C_1}{a^{0,6}} \text{ кг/мм}^2$$

То обстоятельство, что показатель степени $x_1 = 0,6$, подтверждает достоверность полученных ранее данных по влиянию подачи на удельные усилия, при другой методике измерения усилий [2].

На рис. 5 представлено влияние ширины среза „ b “ на удельные

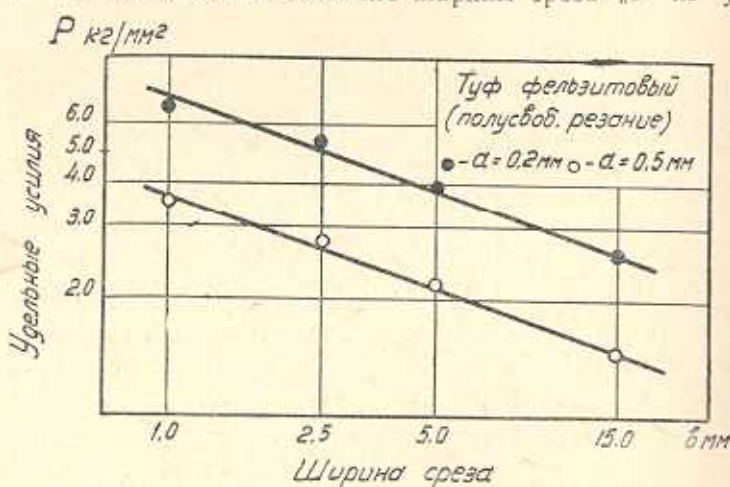


Рис. 5.

усилия в зависимости от толщины среза „ a “ при полусвободном резании. В рассматриваемом случае зависимость может быть представлена уравнением.

$$p = \frac{C_2}{b^{x_2}} = \frac{C_2}{b^{0,32}} \text{ кг/мм}^2$$

В общем виде влияние толщины и ширины среза на удельные усилия, в условиях полусвободного резания, выражается следующей формулой:

$$p = \frac{C}{a^x \cdot b^y} = \frac{2,35}{a^{0,6} \cdot b^{0,32}} \text{ кг/мм}^2$$

Как характерное явление при полусвободном резании следует отметить то обстоятельство, что при больших отношениях $\frac{a}{b}$, наблюдается выламывание со стороны свободного ребра сжимаемого слоя на значительную длину до 2—3 см, что однако почти не влияет на величину удельных усилий.

На рис. 6 представлены данные по влиянию толщины среза на удельные усилия при различной ширине снимаемого слоя (от 2,4 до 16 мм), в условиях несвободного резания.

Из приведенных данных видно, что характер зависимости удель-

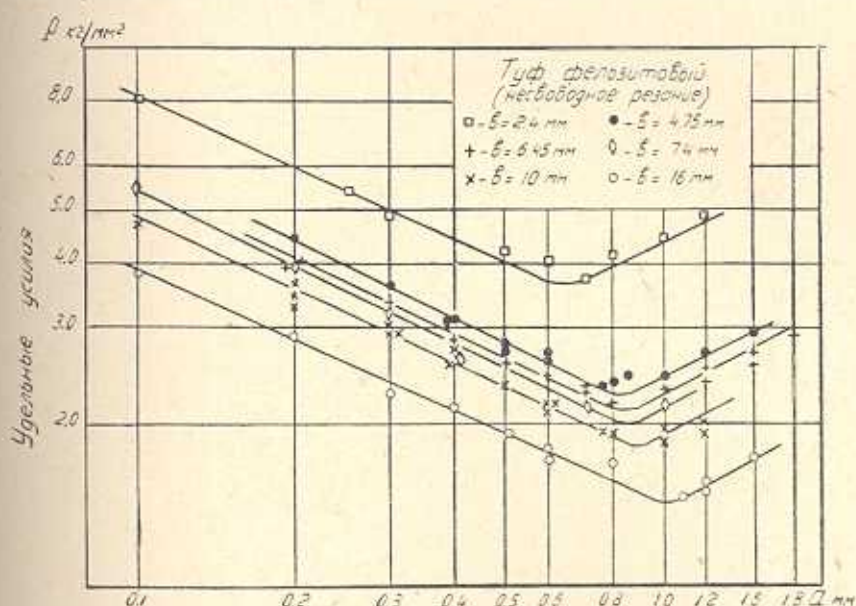


Рис. 6.

ных усилий от толщины среза при несвободном резании отличен от той же зависимости при свободном и полусвободном резании. Отличительной особенностью является перегиб кривой при определенной толщине среза, после которой удельные усилия с увеличением толщины увеличиваются.

Помимо перегиба кривой в определенной зоне, степень влияния толщины среза на удельные усилия до точки перегиба меньше, чем при свободном и полусвободном резании. В самом деле, зависимость эта выражается уравнением вида:

$$p = \frac{C_1}{a^{0,5}} \text{ кг/мм}^2$$

Малая степень влияния толщины среза на удельные усилия, а также перегиб кривой в сторону увеличения является очевидно особенностью данного вида резания. Полное представление в этом вопросе было бы в том случае, если вопросы свободного, полусвободного и несвободного резания были бы решены методами строгой теории. Отсутствие этих данных даже для самого простого случая свободного резания затрудняет полноценный анализ. Однако, можно предположить, что наличие зоны роста удельных усилий с увеличением толщины среза является следствием того, что в процессе резания боковой отрыв материала и боковое трение инструмента становятся преобладающими. Точка перегиба кривой для различных ширин соответствует различным толщинам среза. С увеличением ширины среза, толщина среза, соответствующая перегибу кривой, увеличивается.

На рис. 7 приведена графическая зависимость критической толщины среза, соответствующая перегибу кривой, в зависимости от ширины среза.

Аналитическое выражение этой зависимости имеет вид степенной функции:

$$a_{кр} = C^1 \cdot b^{\gamma} = 0,52 b^{0,25} \text{ мм.}$$

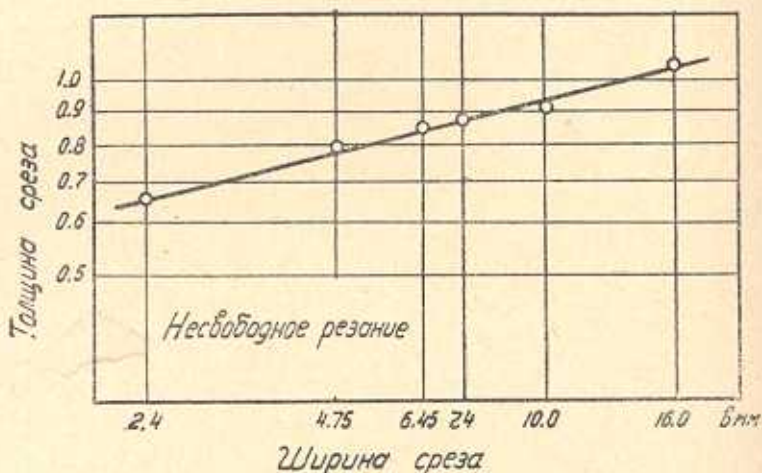


Рис. 7.

Зависимость удельных усилий от ширины среза в зоне перегиба с достаточной точностью может быть также выражена уравнением степенного вида.

Влияние переднего угла на удельные усилия при несвободном резании устанавливалось при значениях переднего угла $+17^\circ$, 0 и -15° . На рис. 8 приведены опытные данные, из которых видно, что увеличение переднего угла приводит к уменьшению удельных усилий.

Эти результаты хорошо согласуются с имеющимися в литературе данными по влиянию переднего угла на усилия резания при свободном и полусвободном резании.

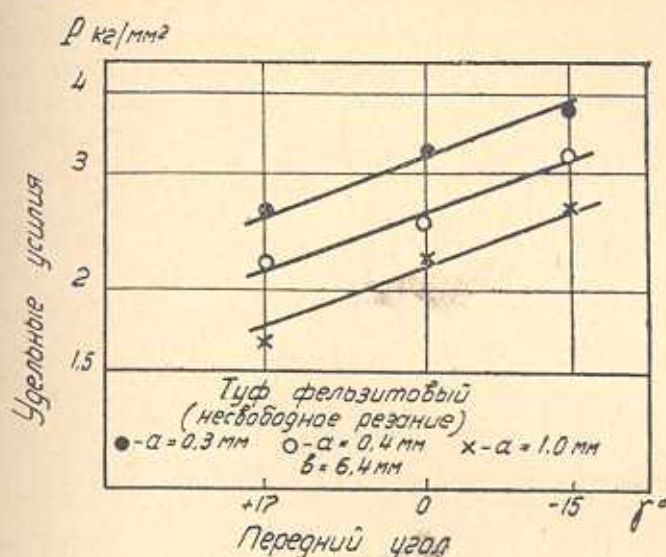


Рис. 8.

В ы в о д ы

1. Абсолютное значение удельных усилий в условиях постоянного сечения среза и постоянства отношения $\frac{a}{b}$ зависит от характера контакта режущего инструмента с обрабатываемым материалом. Наибольшие значения удельных усилий соответствуют условиям несвободного резания, наименьшие — условиям свободного резания.

2. Зависимость удельных усилий от ширины и толщины среза в общем виде выражается уравнением:

$$p = \frac{C}{a^{x_1} b^{x_2}} \text{ кг/мм}^2.$$

При этом для свободного резания $x_2 \approx 0$; $x_1 = 0,62$; $C = 0,74$, для полусвободного резания $x_2 = 0,32$; $x_1 = 0,6$; $C = 2,35$, а для несвободного резания $x_2 = 0,4$; $x_1 = 0,5$; $C = 3,95$. В последнем случае зависимость, приведенная выше, справедлива до значений критической толщины среза, которая связана с шириной среза уравнением:

$$a_{кр} = 0,52 b^{0,25} \text{ мм.}$$

При больших значениях толщины среза в условиях несвободного резания, удельные усилия имеют тенденцию к повышению.

3. С увеличением переднего угла удельные усилия, а следовательно, и энергоемкость процесса уменьшается. Однако при установлении рационального значения переднего угла в производственных условиях, следует принимать во внимание износ и жесткость режущей кромки инструмента.

4. При проектировании режущих органов камнеобрабатывающих

инструментов, следует по возможности стремиться к максимальному уменьшению числа зубков, работающих в условиях несвободного резания. При невозможности соблюдения этого условия, следует максимально увеличить ширину зубков, работающих в условиях несвободного резания с тем, чтобы толщина среза при данной ширине зубка не была бы больше критической.

Институт стройматериалов и сооружений
АН Армянской ССР

Поступило 27 X 1956

Ի. Ա. ՏԵՐ-ԱԶԱՐՅԵՎ

ԿՏՐՈՂ ԵԶՐԻ ԿՈՆՏԱԿՏԻ ԶԵՎԻ ԱՉԴԵՅՈՒԹՅՈՒՆԸ
ՈՒԺԵՐԻ ՎՐԱ ՔԱՐԻ ԿՏՐՄԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ

Ա մ ֆ ո Վ ո Վ

Հողվածում պարզարանվում են ֆելզիտային տուֆի ազատ, կիսա-ազատ և ոչ ազատ կտրման դեպքում տեսակարար ուժերի կտրման հարցերը: Եքսպերիմենտալ ալյալների հիման վրա, որ բացված են օսցիլո-գրաֆի վրա գրանցման ճշգրիտ եղանակով, սահմանված են տեսակարար ուժերի փոփոխման և օրինաչափությունները՝ կախված հատածքի (սреза) հաստությունից, լայնությունից և նրանց հարաբերությունից դործիքի կտրող եզրի և մշակվող նյութի կոնտակտի վերահիշյալ երեք հիմնական ձևերի դեպքում:

Ստացված արդյունքները հնարավորություն են տալիս ճշգրիտ հաշվարկել մեխանիզմի ուժային մասը զանազան տիպի քարամշակ և քարան, տարրեր տիպի կտրող օրգաններով հաստացներ նախագծելիս:

Л И Т Е Р А Т У Р А

- К. А. Миджоян. Эффективность виброрезания естественных строительных камней. Диссертация. Ленинград, 1954.
И. А. Тер-Азарьев. Роль подачи при резании естественных камней, Известия АН Арм. ССР, т. IX, № 2, 1956.